

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-253999

[ST.10/C]:

[JP2002-253999]

出 願 人

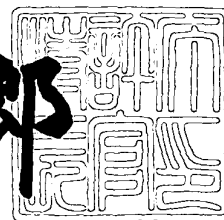
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 5月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3034129

【書類名】 特許願

【整理番号】 1023894

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F01L 1/344
F01L 13/00
F02D 13/02

【発明の名称】 内燃機関の動弁装置の制御装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 金丸 昌宣

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 山梨 貴弘

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 不破 直秀

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 永楽 玲

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 木下 剛生

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 秤谷 雅史

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0211566

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の動弁装置の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の吸気弁または排気弁をリフトするための動弁装置であって、吸気弁または排気弁のリフト特性を変更するためのリフト特性変更機構を備えた動弁装置の制御装置において、リフト特性変更機構の動作目標値を算出する手段と、リフト特性変更機構に付与可能な制御量とリフト特性変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとに基づいてリフト特性変更機構の実現可能な動作値の範囲を算出する手段と、上記動作目標値がリフト特性変更機構の実現可能な動作値の範囲内にないときに該実現可能な動作値の範囲内において新たな動作目標値を算出する手段とを具備することを特徴とする動弁装置の制御装置。

【請求項 2】 内燃機関の吸気弁または排気弁をリフトするための動弁装置であって、吸気弁または排気弁のリフト特性の特定のリフト特性を変更するための第 1 リフト特性変更機構と、吸気弁または排気弁の上記特定のリフト特性とは別のリフト特性を変更するための第 2 リフト特性変更機構とを備えた動弁装置の制御装置において、各リフト特性変更機構の動作目標値を算出する手段と、各リフト特性変更機構の動作に関する状態に基づいて各リフト特性変更機構の実現可能な動作範囲を算出する算出手段と、上記動作目標値が該実現可能な動作範囲内にないときに該実現可能な動作範囲内において動作目標値を新たに算出する新目標値算出手段とを具備することを特徴とする動弁装置の制御装置。

【請求項 3】 上記新目標値算出手段は、第 1 リフト特性変更機構の動作目標値および第 2 リフト特性変更機構の動作目標値のいずれか一方が実現可能な動作範囲内にないときには、いずれか一方のリフト特性変更機構の動作目標値を実現可能な動作範囲内において新たに算出すると共に、該新たに算出された動作目標値に基づいて他方のリフト特性変更機構の動作目標値を新たに算出することを特徴とする請求項 2 に記載の動弁装置の制御装置。

【請求項 4】 第 1 リフト特性変更機構が吸気弁のリフト量を変更するための機構であり、第 2 リフト特性変更機構が内燃機関のピストン行程に対する吸気弁のリフト行程の位相を変更するための機構であることを特徴とする請求項 2 ま

たは 3 に記載の動弁装置の制御装置。

【請求項 5】 上記算出手段が各リフト特性変更機構に付与可能な制御量と各リフト特性変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとに基づいて各リフト特性変更手段の動作範囲を物理的に算出するためのモデルを有し、該モデルに基づいて各リフト特性変更機構の実現可能な動作範囲を算出することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の動弁装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の可変動弁系制御装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

特許文献 1 に、内燃機関の吸気弁をリフトするための動弁装置であって、吸気弁のリフト特性を変更するためのリフト特性変更機構を備えた動弁装置が開示されている。当該公報のリフト特性変更機構は電動モータによって駆動せしめられる。

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 3 4 5 3 3 号公報

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記リフト特性変更機構による吸気弁のリフト特性の変更特性は電動モータの出力特性によって変化し、この電動モータの出力特性はそれを取り巻く環境によって変化する。例えば、電動モータの出力トルクは電動モータの温度に依存して変化し、詳細には、電動モータの出力トルクは電動モータの温度が高くなるほど低下する。ここで、電動モータの出力トルクが低下している場合、この電動モータによってリフト特性変更機構を駆動したとしても、吸気弁のリフト特性が所望通りには変更されないという問題が生じる。

【 0 0 0 4 】

そして、こうした問題は、吸気弁のリフト特性を変更するためのリフト特性変

更機構を備えた動弁装置のみならず、内燃機関の排気弁をリフトするための動弁装置であって、排気弁のリフト特性を変更するためのリフト特性変更機構を備えた動弁装置においても、同様に生じる問題である。そこで、本発明の目的は、内燃機関の吸気弁または排気弁のリフト特性を所望通りに変更することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、1番目の発明では、内燃機関の吸気弁または排気弁をリフトするための動弁装置であって、吸気弁または排気弁のリフト特性を変更するためのリフト特性変更機構を備えた動弁装置の制御装置において、リフト特性変更機構の動作目標値を算出する手段と、リフト特性変更機構に付与可能な制御量とリフト特性変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとに基づいてリフト特性変更機構の実現可能な動作範囲を算出する手段と、上記動作目標値がリフト特性変更機構の実現可能な動作範囲内でないときに該実現可能な動作範囲内において新たな動作目標値を算出する手段とを具備する。ここで、リフト特性変更機構は、後述する実施形態において、リフト量変更機構またはリフトタイミング変更機構に相当する。

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために、2番目の発明では、内燃機関の吸気弁または排気弁をリフトするための動弁装置であって、吸気弁または排気弁のリフト特性の特定のリフト特性を変更するための第1リフト特性変更機構と、吸気弁または排気弁の上記特定のリフト特性とは別のリフト特性を変更するための第2リフト特性変更機構とを備えた動弁装置の制御装置において、各リフト特性変更機構の動作目標値を算出する手段と、各リフト特性変更機構の動作に関する状態に基づいて各リフト特性変更機構の実現可能な動作範囲を算出する算出手段と、上記動作目標値が該実現可能な動作範囲内でないときに該実現可能な動作範囲内において動作目標値を新たに算出する新目標値算出手段とを具備する。

3番目の発明では、2番目の発明において、上記新目標値算出手段は、第1リフト特性変更機構の動作目標値および第2リフト特性変更機構の動作目標値のいずれか一方が実現可能な動作範囲内でないときには、いずれか一方のリフト特性

変更機構の動作目標値を実現可能な動作範囲内において新たに算出すると共に、該新たに算出された動作目標値に基づいて他方のリフト特性変更機構の動作目標値を新たに算出する。

4 番目の発明では、2 または 3 番目の発明において、第 1 リフト特性変更機構が吸気弁のリフト量を変更するための機構であり、第 2 リフト特性変更機構が内燃機関のピストン行程に対する吸気弁のリフト行程の位相を変更するための機構である。

5 番目の発明では、1 ～ 4 番目の発明のいずれか 1 つにおいて、上記算出手段が各リフト特性変更機構に付与可能な制御量と各リフト特性変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとに基づいて各リフト特性変更手段の動作を物理的に算出するためのモデルを有し、該モデルに基づいて各リフト特性変更機構の実現可能な動作範囲を予測する。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明を説明する。図 1 に本発明の動弁装置を示した。本発明の動弁装置 1 は、例えば、4 ストローク圧縮自着火式のディーゼル内燃機関に搭載され、吸気弁 2 をリフト（開弁）させるものである。図 1 に示したように、動弁装置 1 は、カム 3 と、ロッカアーム 4 と、カム 3 からの駆動力をロッカアーム 4 に伝達するための駆動力伝達機構 5 とを具備する。駆動力伝達機構 5 は、カム 3 とロッカアーム 4 との間に配置されている。なお、カム 3 は内燃機関の駆動力によって中心 C_c 周りで回転せしめられる。また、ロッカアーム 4 は、各吸気弁 2 の先端に当接し、駆動力伝達機構 5 によって伝達されたカム 3 からの駆動力によって揺動軸線 C_r 周りで揺動可能とされている。

【 0 0 0 8 】

図 2 に示したように、駆動力伝達機構 5 は、ローラ 6 を備えた入力アーム 7 と、一対の出力アーム 8 とを有する。これら入力アーム 7 および出力アーム 8 は、制御シャフト 9 上にその軸線周りでそれぞれ独立して揺動可能に取り付けられている。入力アーム 7 はローラ 6 を介してカム 3 に当接する。一方、出力アーム 8 はロッカアーム 4 に当接する。

【 0 0 0 9 】

また、制御シャフト 9 上にはその軸線周りで揺動可能にギア機構 1 0 が取り付けられている。ギア機構 1 0 は周方向に延びる穴 1 3 を有する。この穴 1 3 に制御シャフト 9 から突出するピン 1 4 が係合するので、ギア機構 1 0 は制御シャフト 9 上にて摺動不能であるが、制御シャフト 9 上にて揺動可能である。また、ギア機構 1 0 は入力シャフト 7 と出力シャフト 8 とを接続している。したがって、入力シャフト 7 に入力されたカム 3 からの駆動力は、ギア機構 1 0 を介して出力シャフト 8 に伝達される。

【 0 0 1 0 】

また、ギア機構 1 0 は、1 つのヘリカルギア 1 1 と、その両側に配置された一対のヘリカルギア 1 2 とを有する。中央のヘリカルギア（以下、中央ギアと称す）1 1 は、入力アーム 7 の内周壁面上に螺旋状に設けられたヘリカルスプライン（図示せず）に嚙合する。また、両側のヘリカルギア（以下、側方ギアと称す）1 2 は、それぞれ、出力アーム 8 の内周壁面上に螺旋状に設けられたヘリカルスプライン（図示せず）に嚙合する。

【 0 0 1 1 】

本発明では、ギア機構 1 0 が制御シャフト 9 によってその軸線方向に沿って図 2 に示した方向 R へと摺動せしめられると、ギア機構 1 0 は入力アーム 7 および出力アーム 8 に対して方向 R へと移動する。この場合、ギア機構 1 0 の各ヘリカルギア 1 1, 1 2 と各アーム 7, 8 のヘリカルスプラインとの作用によって、制御シャフト 9 の軸線を中心とした入力アーム 7 と出力アーム 8 との間の角度（以下、アーム間の角度と称す）が大きくなるように、入力アーム 7 と出力アーム 8 とが制御シャフト 9 の軸線周りで互いに反対方向に回動せしめられる。なお、ギア機構 1 0 が図 2 に示した方向 R へと最も摺動せしめられたとき、すなわち、アーム間の角度が最も大きくされたときの入力アーム 7 と出力アーム 8 との位置関係は、図 3 に示されている。

【 0 0 1 2 】

一方、ギア機構 1 0 が制御シャフト 9 によってその軸線方向に沿って図 2 に示した方向 F へと摺動せしめられると、ギア機構 1 0 は入力アーム 7 および出力ア

ーム 8 に対して方向 F へと移動する。この場合、ギア機構 1 0 の各ヘリカルギア 1 1, 1 2 と各アーム 7, 8 のヘリカルスプラインとの作用によって、制御シャフト 9 の軸線を中心とした入力アーム 7 と出力アーム 8 との間の角度（アーム間の角度）が小さくなるように、入力アーム 7 と出力アーム 8 とが制御シャフト 9 の軸線周りで互いに反対方向に回動せしめられる。なお、ギア機構 1 0 が図 2 に示した方向 F へと最も摺動せしめられたとき、すなわち、アーム間の角度が最も小さくされたときの入力アーム 7 と出力アーム 8 との位置関係は、図 4 に示されている。

【 0 0 1 3 】

図 3 (A) に示されているように、カム 3 は方向 R へと回転せしめられるが、入力アーム 7 のローラ 6 に当接しているカム 3 の部分がベース円部分 C である間においては、カム 3 は入力アーム 7 を制御シャフト 9 上で揺動させないので、ギア機構 1 0 も制御シャフト 9 上で揺動せしめられず、出力アーム 8 も制御シャフト 9 上で揺動せしめられていない。したがって、このとき、出力アーム 8 はロッカアーム 4 をその揺動軸線 C r 周りで揺動させることはないので、吸気弁 2 はリフトされていない。

【 0 0 1 4 】

一方、図 3 (B) に示されているように、カム 3 の突出部分が入力アーム 7 のローラ 6 に当接するようになると、カム 3 は入力アーム 7 を制御シャフト 9 上で揺動させるので、ギア機構 1 0 も制御シャフト 9 上で揺動せしめられ、出力アーム 8 も制御シャフト 9 上で揺動せしめられる。そして、このとき、出力アーム 8 はロッカアーム 4 をその揺動軸線 C r 周りで揺動させるので、吸気弁 2 がリフトせしめられる。

【 0 0 1 5 】

ここで、図 3 に示した例では、制御シャフト 9 の軸線を中心とした入力アーム 7 と出力アーム 8 との間の角度（アーム間の角度）が最も大きくされており、したがって、吸気弁 2 は最大作用角および最大リフト量でもってリフトせしめられる。すなわち、吸気弁 2 は最大の開弁量でもってリフトせしめられ、このときに、燃焼室内に吸入される空気量は最大の量である。

【 0 0 1 6 】

一方、図4に示した例でも、入力アーム7のローラ6に当接しているカム3の部分ベース円部分Cである間においては、出力アーム8はロッカアーム4をその揺動軸線C_r周りで揺動させることはないので、吸気弁2はリフトされていない。一方、図4(B)に示されているように、カム3の突出部が入力アーム7のローラ6に当接するようになると、カム3は入力アーム7を制御シャフト9上で揺動させるので、出力アーム8が制御シャフト9上で揺動せしめられる。

【 0 0 1 7 】

ところが、図4に示した例では、制御シャフト9の軸線を中心とした入力アーム7と出力アーム8との間の角度（アーム間の角度）が最も小さくされており、本実施形態では、このとき、出力アーム8が制御シャフト9上で揺動したとしても、出力アーム8はロッカアーム4をその揺動軸線C_r周りで揺動させることはなく、したがって、吸気弁2はリフトせしめられず、吸気弁2の作用角およびリフト量は零である。

【 0 0 1 8 】

本発明の動弁装置では、制御シャフト9の軸線を中心とした入力アーム7と出力アーム8との間の角度（アーム間の角度）は、最も大きい角度と最も小さい角度との間で連続的に変更可能である。したがって、本発明の動弁装置では、図5に示したように、吸気弁2の作用角および最大リフト量が連続的に変更可能である。すなわち、本発明の動弁装置は、吸気弁の作用角および最大リフト量を変更するためのリフト量変更機構を有することになる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の動弁装置では、吸気弁2の作用角とその最大リフト量とは、吸気弁2の作用角が大きくなるほど吸気弁2の最大リフト量も大きくなる関係にある。そして、吸気弁2の作用角が大きくなるほど燃焼室内に吸入される空気量（吸気量）が多くなる傾向にある。したがって、以下の説明において、リフト量とは、吸気弁2の作用角と最大リフト量とを代表する量であって、吸気量を示す量である。なお、図5において、横軸は作用角を示し、縦軸はリフト量を示している。

【 0 0 2 0 】

ところで、本発明では、リフト量変更機構のリフト量の目標値、リフト量の変更せしめられているときの単位時間当たりのリフト量の変化率（以下、リフト量の変更速度と称す）の目標値、および、単位時間当たりのリフト量の変更速度の変化率（以下、リフト量の変更加速度と称す）の目標値は、内燃機関の出力トルク、内燃機関の燃費、および、内燃機関の排気エミッションといった内燃機関に要求される特性（以下、内燃機関に対する要求特性と称す）が最適な特性となるように決定される。

【 0 0 2 1 】

ところで、図 6 に示したように、本発明では、制御シャフト 9 の端部にラック 1 5 が形成されており、このラック 1 5 に電動式のモータ（以下、電動モータと称す）1 6 のピニオン 1 7 が噛合している。したがって、制御シャフト 9 は電動モータ 1 6 によって制御シャフト 9 の軸線方向に沿って入力アーム 7 および出力アーム 8 に対して移動せしめられる。すなわち、本発明では、リフト量変更機構は電動モータ 1 6 によって駆動せしめられる。

【 0 0 2 2 】

したがって、リフト量変更機構が実現可能なリフト量、リフト量の変更速度、および、リフト量の変更加速度（以下、これらをまとめて、動作値と称す）は、電動モータ 1 6 の出力トルク、そのストローク量、その回転速度、および、その回転加速度といった電動モータ 1 6 の出力特性に依存して変化する。そして、これら電動モータ 1 6 の出力特性は、電源から電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値（制御量）や、電動モータ 1 6 の温度、電動モータ 1 6 のその時の回転位置、電動モータ 1 6 のその時の回転速度、電動モータ 1 6 のその時の回転加速度、および、機関回転数といった電動モータ 1 6 を取り巻く環境に関するパラメータに依存して変化する。すなわち、電動モータ 1 6 の出力特性は、電動モータ 1 6 の動作に関する状態に依存して変化する。

【 0 0 2 3 】

したがって、電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値や電動モータ 1 6 を取り巻く環境に関するパラメータが変化して、電動モータ 1 6 の出力特性が変化すると、

リフト量変更機構が実現可能な動作範囲も変化する。ここで、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするためには、これらリフト量変更機構が実現可能な動作範囲の変化をも考慮して、リフト量変更機構の動作値の目標値を決定すべきである。

【 0 0 2 4 】

そこで、本発明の第 1 実施形態では、始めに、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフト量変更機構の動作値（リフト量、リフト量の変更速度、および、リフト量の変更加速度）の目標値として、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とする電動モータ 1 6 の動作値（ストローク量、回転速度、および、回転加速度）の目標値が算出される。

【 0 0 2 5 】

次いで、電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値（制御量）と、電動モータ 1 6 を取り巻く環境に関するパラメータの値（電動モータ 1 6 の温度、電動モータ 1 6 のその時の回転位置、電動モータ 1 6 のその時の回転速度、電動モータ 1 6 のその時の回転加速度、および、機関回転数）とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフト量変更機構の実現可能な動作値として、電動モータ 1 6 の実現可能な動作値が算出され、したがって、電動モータ 1 6 の実現可能な動作範囲が算出される。そして、始めに算出された電動モータ 1 6 の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内にあるときには、始めに算出された目標値がそのまま電動モータ 1 6 の動作値の目標値として採用される。

【 0 0 2 6 】

一方、始めに算出された電動モータ 1 6 の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内には、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、電動モータ 1 6 の実現可能な動作範囲内において、電動モータ 1 6 の動作値の目標値が新たに算出される。

【 0 0 2 7 】

すなわち、表現を変えれば、本発明では、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフト量変更機構の動作値の目標値が算出され、次いで、リフト量変

更機構に付与可能な制御量と、リフト量変更機構を取り巻く環境に関するパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフト量変更機構の実現可能な動作範囲が算出される。そして、始めに算出されたリフト量変更機構の目標値が実現可能な動作範囲内にあるときには、始めに算出された目標値がそのままリフト量変更機構の動作値の目標値として採用される。

【 0 0 2 8 】

一方、始めに算出されたリフト量変更機構の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内には、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、リフト量変更機構の実現可能な動作範囲内において、リフト量変更機構の動作値の目標値が新たに算出される。

【 0 0 2 9 】

このように、第 1 実施形態では、電動モータ 1 6 の出力特性に影響する電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値（制御量）や電動モータ 1 6 を取り巻く環境から求められた電動モータ 1 6 の実現可能な動作範囲が考慮されつつ、電動モータ 1 6 の動作値の目標値が決定される。これによれば、電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値（制御量）や電動モータ 1 6 を取り巻く環境が変化したとしても、吸気弁 2 のリフト量が所望通りに変更せしめられ、したがって、内燃機関に対する要求特性が最適な特性近傍に維持される。

【 0 0 3 0 】

すなわち、第 1 実施形態では、リフト量変更機構の動作特性に影響するリフト量変更機構に付与可能な制御量やリフト量変更機構を取り巻く環境から求められたリフト量変更機構の動作範囲が考慮されつつ、リフト量変更機構の動作値の目標値が決定される。これによれば、リフト量変更機構に付与可能な制御量やリフト量変更機構を取り巻く環境が変化したとしても、吸気弁 2 のリフト量が所望通りに変更せしめられ、したがって、内燃機関に対する要求特性が最適な特性近傍に維持される。

【 0 0 3 1 】

なお、第 1 実施形態では、図 7 に示したモデル、あるいは、このモデルから求

めた物理的な計算式を用いて、電動モータ16の実現可能なストローク量、回転速度、および、回転加速度が算出される。

【0032】

図7において、Eは電圧源から電動モータ16に付与される電圧値、 K_E は電圧に関する定数、 T_E はモータインダクタンス、 K_t はモータトルク定数、 J_a はイナーシャ、 s はラプラス演算子、Nは機関回転数、Tは電動モータ16の温度、Aは電動モータ16の加速度、 A_u は電動モータ16の実現可能な回転加速度、Vは電動モータ16の回転速度、 V_u は電動モータ16の実現可能な回転速度、Sは電動モータ16のストローク量、 P_u は電動モータ16の実現可能なストローク量、 K_e はモータ誘起電圧定数（逆起電力）である。

【0033】

図7のモデルによれば、ブロック2において、電動モータ16の回転速度Vにモデル誘起電圧定数 K_e （ブロック11）を乗じた値を電圧値E（ブロック1）から引いた値に、伝達関数 $K_E / (T_E s + 1)$ が乗算され、これにより、電動モータ16内を流れる電流値が算出される。次いで、ブロック3において、電流値にモータトルク定数 K_t が乗算され、モータトルク値が算出される。このモータトルク値から、機関回転数N、電動モータ16の温度T、電動モータ16の回転加速度A、電動モータ16の回転速度V、および、電動モータ16のストローク量Sに基づいて算出される電動モータ16に対する抵抗トルクが引かれた値が、ブロック4において、イナーシャ J_a で除算され、電動モータ16の回転加速度Aが算出される。さらに、この電動モータ16の回転加速度Aがブロック5において積分され、電動モータ16の回転速度Vが得られる。さらに、この電動モータ16の回転速度Vがブロック6において積分され、電動モータ16のストローク量Sが算出される。

【0034】

さて、ここで、ブロック1の電圧値Eとして、電源から電動モータ16に付与可能な正の最大の電圧値を入力すれば、電動モータ16の実現可能な正の回転加速度、正の回転速度、および、正のストローク量が得られる。そして、これらから、リフト量変更機構の実現可能なリフト量の正の変更加速度、リフト量の正の

変更速度、および、リフト量の正の変更量が得られる。

【0035】

一方、ブロック1の電圧値Eとして、電源から電動モータ16に付与可能な負の最大の電圧値を入力すれば、電動モータ16の実現可能な負の回転加速度、負の回転速度、および、負のストローク量が得られる。したがって、これらから、リフト量変更機構の実現可能なリフト量の負の変更加速度、リフト量の負の変更速度、および、リフト量の正の変更量が得られる。

【0036】

ところで、本発明では、図8に示したように、カム3を支持すると共にカム3を回転するカムシャフト18にリフトタイミング変更機構19が連結されている。図9に示したように、リフトタイミング変更機構19はハウジング20とロータ21とを有する。ハウジング20は内燃機関の出力を駆動力として回転せしめられる。ロータ21はハウジング20内に収容されており、ハウジング20が回転せしめられるとこのハウジング20の回転に伴って回転せしめられる。また、ロータ21はハウジング20に対して回転可能にハウジング20内に収容されている。また、ロータ21にカムシャフト18が接続されている。

【0037】

ハウジング20の内周壁面からは径方向内方へと4つの隔壁22が突出している。一方、ロータ21の外周壁面からは径方向外方へと4つの隔壁23が突出している。ロータ21の各隔壁23はハウジング20の隔壁22間に配置されている。そして、これらロータ21の隔壁23とハウジング20の隔壁22との間に油圧室24a、24bが形成されている。

【0038】

ロータ21の一方の側に形成されている油圧室24aには、図9において実線で示した油路25aが接続されており、ロータ21の他方の側に形成されている油圧室24bには、図8において鎖線で示した油路25bが接続されている。これら油路25a、25bはオイルコントロールバルブ（以下、OCバルブと称す）26を介して油圧ポンプ27に接続されている。油圧ポンプ27は、内燃機関を駆動源として内燃機関の出力によって駆動せしめられる。OCバルブ26は、

図 8 において実線で示した油路 2 5 a に流入せしめる油量と図 8 において鎖線で示した油路 2 5 b に流入せしめる油量との割合を制御するバルブである。

【 0 0 3 9 】

ＯＣバルブ 2 6 によって、図 8 において実線で示した油路 2 5 a に流入せしめられる油量の割合が増大せしめられると、ロータ 2 1 の一方の側に形成されている油圧室 2 4 a に油圧油が流入する。この場合、油圧油によって、吸気弁 2 のリフトタイミングが進角せしめられるように、ロータ 2 1 が回転せしめられる。すなわち、この場合、リフトタイミング変更機構 1 9 は、内燃機関の燃焼室内にて往復動しているピストンの行程（ピストン行程）に対する吸気弁 2 のリフト行程の位相を早めることになる。

【 0 0 4 0 】

一方、ＯＣバルブ 2 6 によって、図 8 において鎖線で示した油路 2 5 b に流入せしめられる油量の割合が増大せしめられると、ロータ 2 1 の他方の側に形成されている油圧室 2 4 b に油圧油が流入する。この場合、油圧油によって、吸気弁 2 のリフトタイミングが遅角せしめられるように、ロータ 2 1 が回転せしめられる。すなわち、この場合、リフトタイミング変更機構 1 9 は、内燃機関の燃焼室内にて往復動しているピストンの行程（ピストン行程）に対する吸気弁 2 のリフト行程の位相を遅くすることになる。

【 0 0 4 1 】

ところで、本発明では、リフトタイミング変更機構 1 9 のリフトタイミングの目標値、リフトタイミングが変更せしめられているときの単位時間当たりのリフトタイミングの変化率（以下、リフトタイミングの変更速度と称す）の目標値、および、単位時間当たりのリフトタイミングの変更速度の変化率（以下、リフトタイミングの変更加速度と称す）の目標値は、内燃機関の出力トルク、内燃機関の燃費、および、内燃機関の排気エミッションといった内燃機関に対する要求特性が最適な特性となるように決定される。

【 0 0 4 2 】

ここで、本発明では、リフトタイミング変更機構 1 9 は油圧ポンプ 2 7 によって駆動せしめられる。したがって、リフトタイミング変更機構 1 9 が実現可能な

リフトタイミング、リフトタイミングの変更速度、および、リフトタイミングの変更改速度（以下、これらをまとめて、動作値と称す）は、油圧ポンプ 2 7 から出力される油圧の値、油圧の変化率（以下、油圧の変化速度と称す）、および、油圧の変化速度の変化率（以下、油圧の変化加速度と称す）といった油圧ポンプ 2 7 の出力特性に依存して変化する。そして、これら油圧ポンプ 2 7 の出力特性は、油圧ポンプ 2 7 を駆動するために油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力（制御量）や、油圧ポンプ 2 7 の温度（すなわち、油圧油の温度）、油圧ポンプ 2 7 のその時の油圧の変化速度、油圧ポンプ 2 7 のその時の油圧の変化加速度、および、機関回転数といった油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境に関するパラメータに依存して変化する。すなわち、油圧ポンプ 2 7 の出力特性は、油圧ポンプ 2 7 の動作に関する状態に依存して変化する。

【 0 0 4 3 】

したがって、油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力や電動モータ 1 6 を取り巻く環境に関するパラメータが変化して、油圧ポンプ 2 7 の出力特性が変化すると、リフトタイミング変更機構 1 9 が実現可能な動作範囲も変化する。ここで、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするためには、これらリフトタイミング変更機構 1 9 が実現可能な動作範囲の変化をも考慮して、リフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値を決定すべきである。

【 0 0 4 4 】

そこで、本発明の第 2 実施形態では、始めに、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値として、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とする油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が算出される。

【 0 0 4 5 】

次いで、油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力（制御量）と、油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境に関するパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能な動作値として、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作値が算出され、したがって、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲が算出される。そして、始めに算出された油圧ポンプ 2 7 の動作値の

目標値が実現可能な動作範囲内にあるときには、始めに算出された目標値がそのまま油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値として採用される。

【 0 0 4 6 】

一方、始めに算出された油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内には、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲内において、油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が新たに算出される。

【 0 0 4 7 】

すなわち、表現を変えれば、本発明では、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値が算出され、次いで、リフトタイミング変更機構 1 9 に付与可能な制御量と、リフトタイミング変更機構 1 9 を取り巻く環境に関するパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能な動作範囲が算出される。そして、始めに算出されたリフトタイミング変更機構 1 9 の目標値が実現可能な動作範囲内にあるときには、始めに算出された目標値がそのままリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値として採用される。

【 0 0 4 8 】

一方、始めに算出されたリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内には、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、リフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能な動作範囲内において、リフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値が新たに算出される。

【 0 0 4 9 】

このように、第 2 実施形態によれば、油圧ポンプ 2 7 の出力特性に影響する油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力（制御量）や油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境から求められた油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲が考慮されつつ、油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が決定される。これによれば、油圧ポンプ 2 7 に付与可能

な駆動力（制御量）や油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境が変化したとしても、吸気弁 2 のリフトタイミングが所望通りに変更せしめられ、したがって、内燃機関に対する要求特性が最適な特性近傍に維持される。

【 0 0 5 0 】

すなわち、第 2 実施形態では、リフトタイミング変更機構の動作特性に影響するリフトタイミング変更機構に付与可能な制御量やリフトタイミング変更機構を取り巻く環境から求められたリフトタイミング変更機構の動作範囲が考慮されつつ、リフトタイミング変更機構の動作値の目標値が決定される。これによれば、リフトタイミング変更機構に付与可能な制御量やリフトタイミング変更機構を取り巻く環境が変化したとしても、吸気弁 2 のリフトタイミングが所望通りに変更せしめられ、したがって、内燃機関に対する要求特性が最適な特性近傍に維持される。

【 0 0 5 1 】

ところで、上述したように、動弁装置 1 がリフト量変更機構とリフトタイミング変更機構 1 9 とを備える場合、電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値や電動モータ 1 6 を取り巻く環境が変化したときの電動モータ 1 6 の出力特性の変化は、油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力や油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境が変化したときの油圧ポンプ 2 7 の出力特性の変化とは異なる。したがって、内燃機関に対する要求特性を最適な特性に維持するためには、電動モータ 1 6 の出力特性の変化と油圧ポンプ 2 7 の出力特性の変化との違いを考慮して、リフト量変更機構およびリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値を決定すべきである。

【 0 0 5 2 】

そこで、本発明の第 3 実施形態では、始めに、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフト量変更機構の動作値の目標値およびリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値として、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とする電動モータ 1 6 の動作値の目標値および油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が算出される。

【 0 0 5 3 】

次いで、電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値（制御量）と、電動モータ 1 6 を

取り巻く環境に関するパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフト量変更機構の実現可能な動作値として、電動モータ 1 6 の実現可能な動作値が算出され、したがって、電動モータ 1 6 の実現可能な動作範囲が算出される。さらに、第 3 実施形態では、油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力（制御量）と、油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境のパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能な動作値として、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作値が算出され、したがって、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲が算出される。

【 0 0 5 4 】

そして、始めに算出された電動モータ 1 6 および油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内にあるときには、始めに算出された目標値がそのまま電動モータ 1 6 および油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値として採用され、したがって、始めに算出された目標値がそのままリフト量変更機構およびリフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値として採用される。

【 0 0 5 5 】

一方、始めに算出された電動モータ 1 6 および油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値のうち的一方が実現可能な動作範囲内には、電動モータ 1 6 の動作値の目標値を実現可能な動作値に近づくように変更すると共に、該変更せしめられた動作値の目標値に基づいて、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲内において、油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値が新たに算出される。

【 0 0 5 6 】

もちろん、第 3 実施形態において、始めに算出された電動モータ 1 6 および油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値のうち的一方が実現可能な動作範囲内には、油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値を実現可能な動作値に近づくように変更すると共に、該変更せしめられた動作値の目標値に基づいて、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要

求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、電動モータ 1 6 の実現可能な動作範囲内において、電動モータ 1 6 の動作値の目標値を新たに算出するようにしてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、第 3 実施形態において、始めに算出された電動モータ 1 6 および油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値のうち的一方が実現可能な動作範囲内にないときに、電動モータ 1 6 および油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲内において、電動モータ 1 6 または油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値を実現可能な動作値とするようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

第 3 実施形態によれば、上述した実施形態と同様に、吸気弁 2 のリフト量またはリフトタイミングが所望通りに変更せしめられ、したがって、内燃機関に対する要求特性が最適な特性近傍に維持される。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 は、内燃機関に対する要求特性として内燃機関の出力トルクが採用された場合において、第 3 実施形態に従って、リフト量変更機構およびリフトタイミング変更機構 1 9 が制御されたときの吸気弁 2 のリフト量、吸気弁 2 のリフトタイミング、および、内燃機関の出力トルクを示している。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 において、(A) は吸気弁 2 のリフト量 L を示し、(B) は吸気弁 2 のリフトタイミング TL を示し、(C) は内燃機関の出力トルク TQ を示している。また、図 1 0 (A) において、一点鎖線は内燃機関に要求される出力トルク（以下、単に、要求トルクと称す）が達成されるリフト量 L の目標値の推移を示し、図 1 0 (B) において、一点鎖線は要求トルクが達成されるリフトタイミング TL の目標値の推移を示し、図 1 0 (C) において、一点鎖線は要求トルク TQ の推移を示す。また、図 1 0 (A) において、鎖線はリフト量変更機構の実現可能なリフト量 L の推移を示し、図 1 0 (B) において、鎖線はリフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能なリフトタイミング TL の推移を示す。なお、図 1 0 (B) において、『進』はリフトタイミング TL の進角を示し、『遅』はリフトタ

イミングTLの遅角を示す。また、図10において、横軸は時刻 t を示す。

【0061】

図10に示した例では、時刻 t_1 までは、要求トルクを達成するリフト量 L の目標値（図10（A）の一点鎖線上の値）、および、リフトタイミングTLの目標値（図10（B）の一点鎖線上の値）が、それぞれ、リフト量変更機構およびリフトタイミング変更機構19の実現可能な動作範囲（鎖線）内にある。したがって、時刻 t_1 までは、一点鎖線上にある目標値がそのままリフト量 L およびリフトタイミングTLの目標値とされる。すなわち、時刻 t_1 までは、実線で示されているように、リフト量 L およびリフトタイミングTLは一点鎖線上を推移し、内燃機関の出力トルク TQ も一点鎖線上を推移する。

【0062】

一方、図10に示した例では、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間では、要求トルクを達成するリフト量 L の目標値（一点鎖線）がリフト量変更機構の実現可能な動作範囲（鎖線）内になく、且つ、要求トルクを達成するリフトタイミングTLの目標値（一点鎖線）がリフトタイミング変更機構19の実現可能な動作範囲（鎖線）内にある。したがって、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間では、鎖線上にあるリフト量変更機構の実現可能なリフト量 L が新たな目標値とされると共に、この新たな目標値に基づいて、内燃機関の出力トルク TQ ができるだけ要求トルクに近づくように、リフトタイミング変更機構19の実現可能な動作範囲（鎖線）内において、リフトタイミングLTが新たに算出される。すなわち、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間は、実線で示されているように、リフト量 L はリフト量変更機構の実現可能な動作値（鎖線上の値）で推移すると共に、リフトタイミングTLはリフトタイミング変更機構19の実現可能な動作値（鎖線上の値）に近づくようにして推移し、内燃機関の出力トルク TQ は要求トルク（一点鎖線上の値）近くを推移する。

【0063】

さらに、図10に示した例では、時刻 t_2 以降は、要求トルクを達成するリフト量 L の目標値（図10（A）の一点鎖線上の値）、および、リフトタイミングTLの目標値（図10（B）の一点鎖線上の値）が、それぞれ、リフト量変更機

構およびリフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能な動作範囲（鎖線）内にある。したがって、時刻 t_2 以降は、一点鎖線上にある目標値がそのままリフト量 L およびリフトタイミング T_L の目標値とされる。すなわち、時刻 t_2 以降は、実線で示されているように、リフト量 L およびリフトタイミング T_L は一点鎖線上を推移し、内燃機関の出力トルク T_Q も一点鎖線上を推移する。

【 0 0 6 4 】

なお、本発明は、上述した実施形態の目的と同様な目的で、動弁装置がリフト量変更機構とリフトタイミング変更機構 1 9 とを備えると共に、図 1 1 に示したように、燃焼室 2 8 に通じる吸気通路 2 9 内に電動式のステップモータ 3 0 によって駆動せしめられるスロットル弁 3 1 が配置されている実施形態にも適用可能である。例えば、この実施形態では、リフト量変更機構の動作値の目標値、リフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値、および、スロットル弁 3 1 の動作値の目標値は、以下のようにして決定される。

【 0 0 6 5 】

すなわち、第 4 実施形態では、始めに、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフト量変更機構の動作値の目標値、リフトタイミング変更機構 1 9 の動作値の目標値、および、スロットル弁 3 1 の動作値の目標値として、内燃機関に対する要求特性を最適な特性とするリフト量変更機構の電動モータ 1 6 の動作値の目標値、リフトタイミング変更機構 1 9 の油圧ポンプ 2 7 の動作値の目標値、および、スロットル弁 3 1 のステップモータ 3 0 の動作値の目標値が算出される。

【 0 0 6 6 】

次いで、電動モータ 1 6 に付与可能な電圧値（制御量）と、電動モータ 1 6 と取り巻く環境に関するパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフト量変更機構の実現可能な動作範囲として、電動モータ 1 6 の実現可能な動作範囲が算出される。さらに、油圧ポンプ 2 7 に付与可能な駆動力（制御量）と、油圧ポンプ 2 7 を取り巻く環境のパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフトタイミング変更機構 1 9 の実現可能な動作範囲として、油圧ポンプ 2 7 の実現可能な動作範囲が算出される。さらに、

ステップモータ 30 に付与可能な駆動力（制御量）と、ステップモータ 30 を取り巻く環境のパラメータの値とに基づいて、物理的な計算式（モデル）を用いて、スロットル弁 31 の実現可能な動作範囲として、ステップモータ 30 の実現可能な動作範囲が算出される。

【0067】

そして、始めに算出された電動モータ 16、油圧ポンプ 27、および、ステップモータ 30 の動作値の目標値が実現可能な動作範囲内にあるときには、始めに算出された目標値がそのまま電動モータ 16、油圧ポンプ 27、および、ステップモータ 30 の動作値の目標値として採用され、したがって、始めに算出された目標値がそのままリフト量変更機構、リフトタイミング変更機構 19、および、スロットル弁 31 の動作値の目標値として採用される。

【0068】

一方、始めに算出された電動モータ 16、油圧ポンプ 27、および、ステップモータ 30 の動作値の目標値のうちの 1 つが実現可能な動作範囲内にないときには、電動モータ 16 の動作値の目標値を実現可能な動作値に近づくように変更すると共に、該変更せしめられた動作値の目標値に基づいて、内燃機関に対する要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、あるいは、内燃機関に対する要求特性に優先順位をつけながら各要求特性ができるだけ最適な特性に近づくように、油圧ポンプ 27 およびステップモータ 30 の実現可能な動作範囲内において、油圧ポンプ 27 およびステップモータ 30 の動作値の目標値が新たに算出される。

【0069】

なお、図 11 において、32 はシリンダヘッド、33 はシリンダブロック、34 は燃料噴射弁、35 は点火栓、36 はピストン、37 は排気弁、38 は吸気ポート、39 は排気ポート、40 は排気通路である。

【0070】

図 12 は、内燃機関に対する要求特性として内燃機関の出力トルクが採用された場合において、第 4 実施形態に従って、リフト量変更機構、リフトタイミング変更機構 19、および、スロットル弁 31 が制御されたときの吸気弁 2 のリフト

量、吸気弁 2 のリフトタイミング、スロットル弁 3 1 の開度（スロットル開度）、および、内燃機関の出力トルクを示している。

【0071】

図 1 2 において、(A) は吸気弁 2 のリフト量 L を示し、(B) は吸気弁 2 のリフトタイミング TL を示し、(C) はスロットル弁 3 1 の開度 AT を示し、(D) は内燃機関の出力トルク TQ を示している。また、図 1 2 (A) において、一点鎖線は要求トルクが達成されるリフト量 L の目標値の推移を示し、図 1 2 (B) において、一点鎖線は要求トルクが達成されるリフトタイミング TL の目標値の推移を示し、図 1 2 (C) において、一点鎖線は要求トルクが達成されるスロットル開度 AT の目標値の推移を示し、図 1 2 (D) において、一点鎖線は要求トルク TQ の推移を示す。

【0072】

また、図 1 2 (A) において、鎖線はリフト量変更機構の実現可能なリフト量 L の推移を示し、図 1 2 (B) において、鎖線はリフトタイミング変更機構の実現可能なリフトタイミング TL の推移を示し、図 1 2 (C) において、鎖線はスロットル弁 3 1 の実現可能な開度 AT の推移を示す。なお、図 1 2 (B) において、『進』はリフトタイミング TL の進角を示し、『遅』はリフトタイミング TL の遅角を示す。また、図 1 2 において、横軸は時刻 t を示す。

【0073】

図 1 2 に示した例では、時刻 t_1 までは、要求トルクを達成するリフト量 L の目標値（図 1 2 (A) の一点鎖線上の値）、リフトタイミング TL の目標値（図 1 2 (B) の一点鎖線上の値）、および、スロットル開度 AT の目標値（図 1 2 (C) の一点鎖線上の値）が、それぞれ、リフト量変更機構、リフトタイミング変更機構 1 9、および、スロットル弁 3 1 の実現可能な動作範囲（鎖線）内にある。したがって、時刻 t_1 までは、一点鎖線上にある目標値がそのままリフト量 L 、リフトタイミング TL 、スロットル開度 AT の目標値とされる。すなわち、時刻 t_1 までは、実線で示されているように、リフト量 L 、リフトタイミング TL 、および、スロットル開度 AT は一点鎖線上を推移し、内燃機関の出力トルク TQ も一点鎖線上を推移する。

【 0 0 7 4 】

一方、図 1 2 に示した例では、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間では、要求トルクを達成するリフト量 L の目標値（図 1 2 (A) の一点鎖線上の値）がリフト量変更機構の実現可能な動作範囲（鎖線）内になく、且つ、要求トルクを達成するリフトタイミング TL の目標値（図 1 2 (B) の一点鎖線上の値）およびスロットル開度 AT の目標値（図 1 2 (C) の一点鎖線上の値）が、それぞれ、リフトタイミング変更機構 1 9 およびスロットル弁 3 1 の実現可能な動作範囲（鎖線）内にある。したがって、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間では、鎖線上にあるリフト量変更機構の実現可能なリフト量 L が新たな目標値とされると共に、この新たな目標値に基づいて、内燃機関の出力トルク TQ ができるだけ要求トルクに近づくように、リフトタイミング変更機構 1 9 およびスロットル弁 3 1 の実現可能な動作範囲（鎖線）内において、リフトタイミング LT およびスロットル開度 AT が新たに算出される。すなわち、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間は、実線で示されているように、リフト量 L はリフト量変更機構の実現可能な動作値（鎖線上の値）で推移すると共に、リフトタイミング TL およびスロットル開度 AT はリフトタイミング変更機構 1 9 およびスロットル弁 3 1 の実現可能な動作値（鎖線上の値）に近づくようにして推移し、内燃機関の出力トルク TQ は要求トルク（一点鎖線上の値）近くを推移する。

【 0 0 7 5 】

さらに、図 1 2 に示した例では、時刻 t_2 以降は、要求トルクを達成するリフト量 L の目標値（図 1 2 (A) の一点鎖線上の値）、リフトタイミング TL の目標値（図 1 2 (B) の一点鎖線上の値）、および、スロットル開度 AT の目標値（図 1 2 (C) の一点鎖線上の値）が、それぞれ、リフト量変更機構、リフトタイミング変更機構 1 9、および、スロットル弁 3 1 の実現可能な動作範囲（図 1 2 (A) ～図 1 2 (C) の鎖線）内にある。したがって、時刻 t_2 以降は、一点鎖線上にある目標値がそのままリフト量 L 、リフトタイミング TL 、および、スロットル開度 AT の目標値とされる。すなわち、時刻 t_2 以降は、実線で示されているように、リフト量 L 、リフトタイミング TL 、および、スロットル開度 AT は一点鎖線上を推移し、内燃機関の出力トルク TQ も一点鎖線上を推移する。

【 0 0 7 6 】

なお、内燃機関の排気弁をリフトするための動弁装置であって、排気弁のリフト量を変更するためのリフト量変更機構を備えた動弁装置や、排気弁のリフトタイミングを変更するためのリフトタイミング変更機構を備えた動弁装置にも本発明は適用可能である。

【 0 0 7 7 】

なお、上述した実施形態では、物理的な計算式（モデル）を用いて、リフト量変更機構（電動モータ）、あるいは、リフトタイミング変更機構（油圧ポンプ）の実現可能な動作範囲が算出されているが、リフト量変更機構、あるいは、リフトタイミング変更機構に付与可能な制御量と各変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとの関数として各変更機構の実現可能な動作範囲をマップの形で予め求め、このマップを内燃機関に接続されているコンピュータ内に記憶しておき、各変更機構を制御するときにそのときに各変更機構に付与可能な制御量と各変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとに基づいて上述したマップから、各変更機構の実現可能な動作範囲を求めるようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

【発明の効果】

本発明によれば、リフト特性変更機構の動作目標値がその実現可能な動作範囲内にないときにその実現可能な動作範囲内において動作目標値が新たに算出されるので、内燃機関の吸気弁または排気弁のリフト特性が所望通りに変更される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のリフト量変更機構を示した図である。

【図 2】

本発明のリフト量変更機構のギア機構を示した斜視図である。

【図 3】

リフト量が最大リフト量にあるときのリフト量変更機構の動作を示した図である。

【図 4】

リフト量が最小リフト量にあるときのリフト量変更機構の動作を示した図である。

【図 5】

吸気弁のリフト曲線を示した図である。

【図 6】

リフト量変更機構を駆動するための電動モータを示した図である。

【図 7】

リフト量を制御するために用いられるモデルを示した図である。

【図 8】

本発明のリフトタイミング変更機構を示した図である。

【図 9】

本発明のリフトタイミング変更機構を詳細に示した図である。

【図 1 0】

第 3 実施形態に従ってリフト量およびリフトタイミングが制御されたときのリフト量、リフトタイミング、および、出力トルクの推移の一例を示した図である。

【図 1 1】

第 4 実施形態の内燃機関の構成を示した図である。

【図 1 2】

第 4 実施形態に従ってリフト量、リフトタイミング、および、スロットル開度が制御されたときのリフト量、リフトタイミング、スロットル開度、および、出力トルクの推移の一例を示した図である。

【符号の説明】

- 1 … 動弁装置
- 2 … 吸気弁
- 3 … カム
- 4 … ロッカアーム
- 5 … 駆動力伝達機構
- 7 … 入力アーム

8…出力アーム

9…制御シャフト

1 0…ギア機構

1 6…電動モータ

1 9…リフトタイミング変更機構

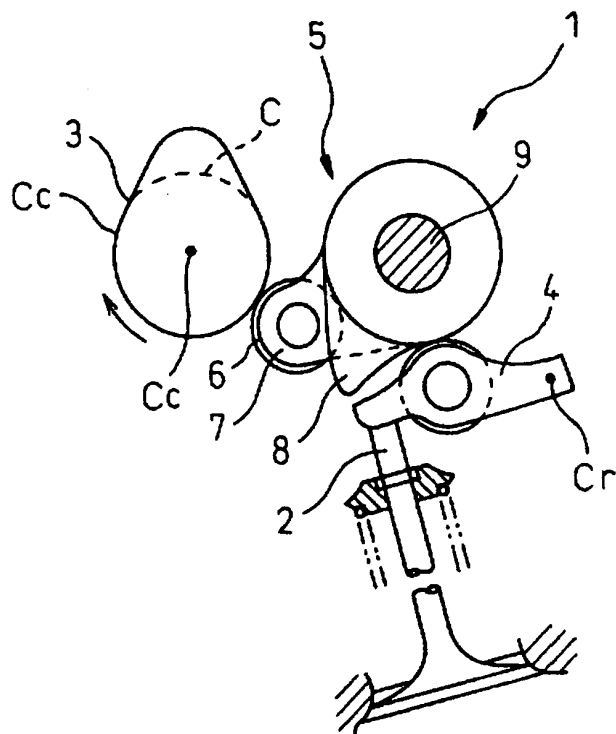
2 7…油圧ポンプ

【書類名】

図面

【図1】

図 1



1…動弁装置

2…吸気弁

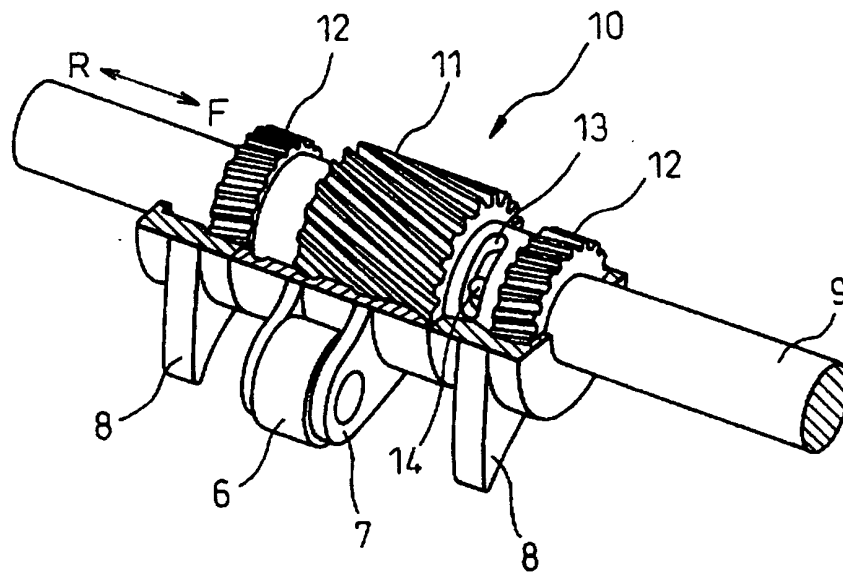
3…カム

4…クランクアーム

5…駆動力伝達機構

【図 2】

図 2

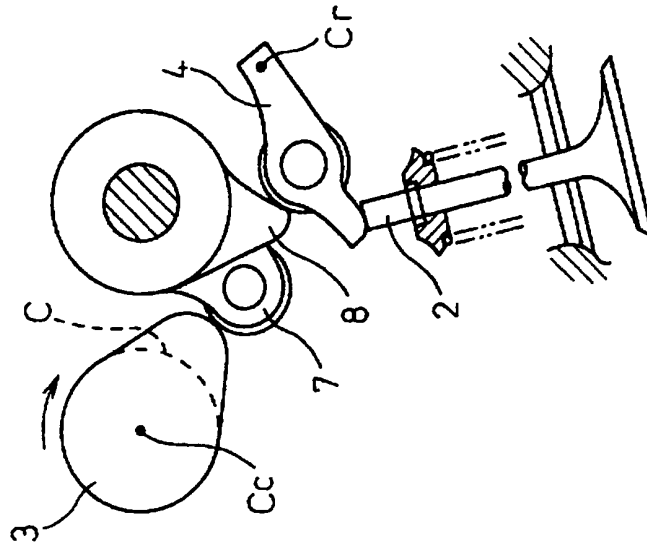


- 7…入力アーム
- 8…出力アーム
- 9…制御シャフト
- 10…ギア機構

【図 3】

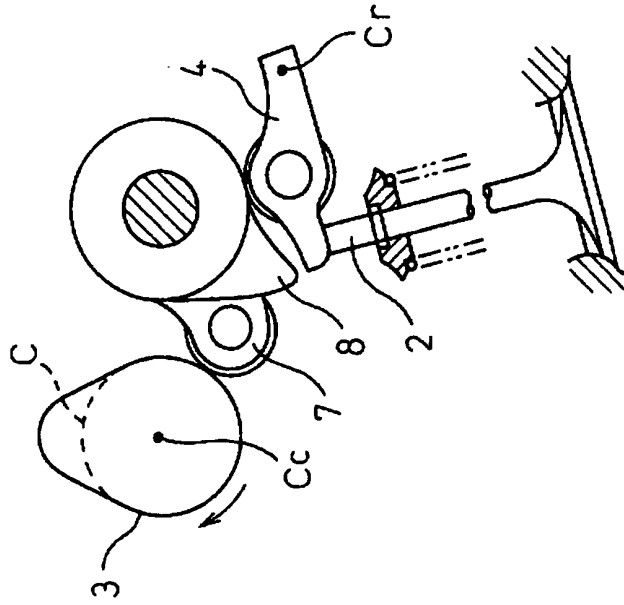
図 3

(B)



7...入力アーム
8...出力アーム

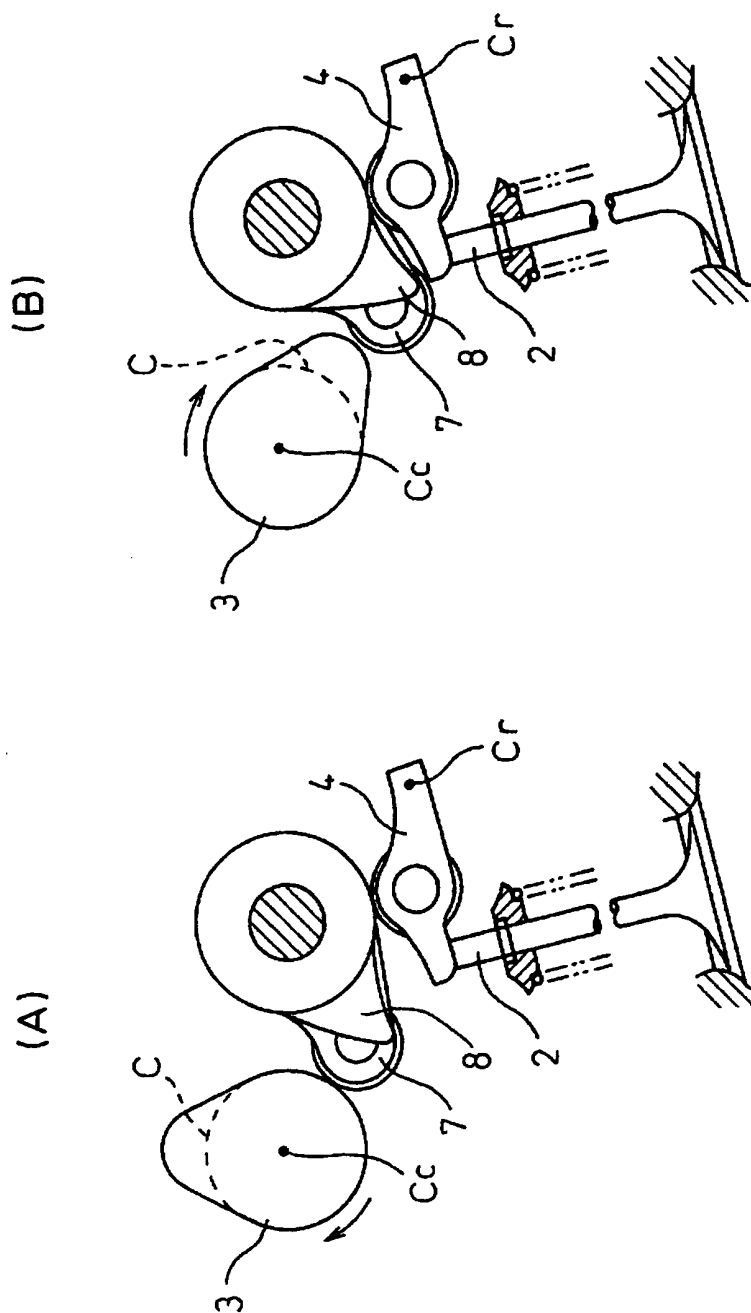
(A)



2...吸気弁
3...カム
4...クランクアーム

【図4】

図4

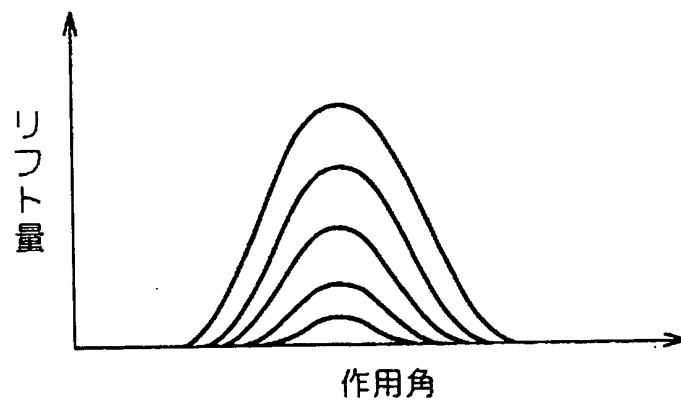


7...入力アーム
8...出力アーム

2...吸気弁
3...カム
4...ロツカアーム

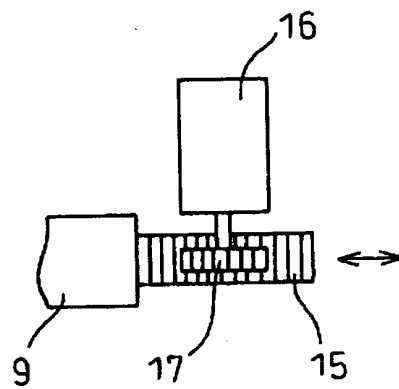
【図 5】

図 5



【図 6】

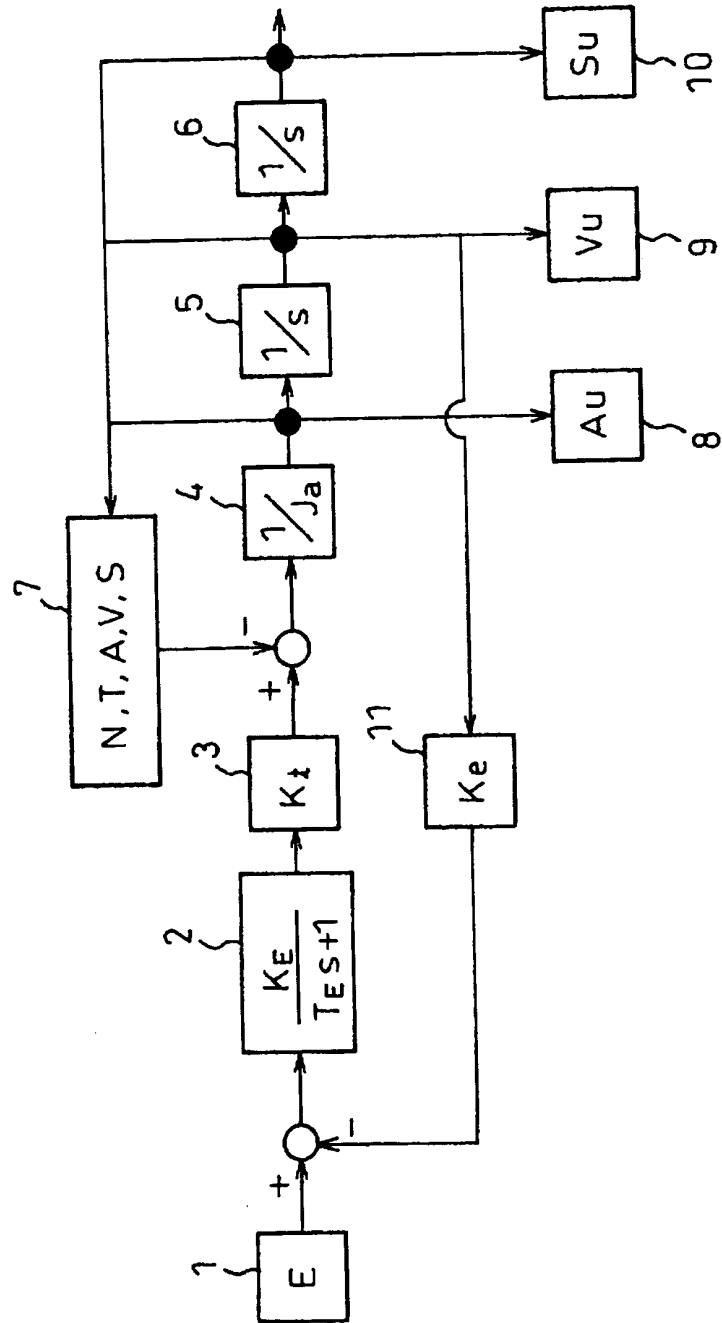
図 6



9…制御シャフト
15…ラック
16…電動モータ
17…ピニオン

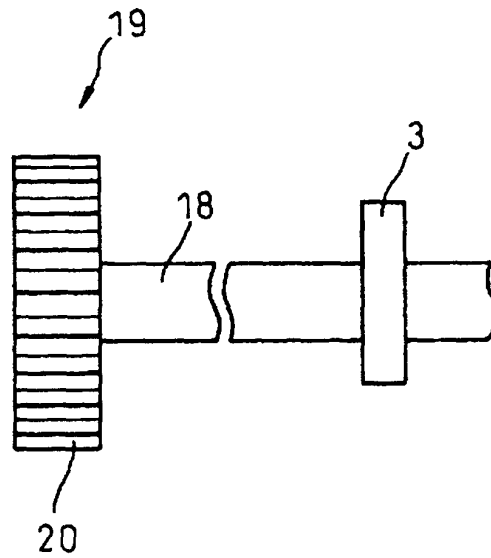
【図7】

図 7



【図 8】

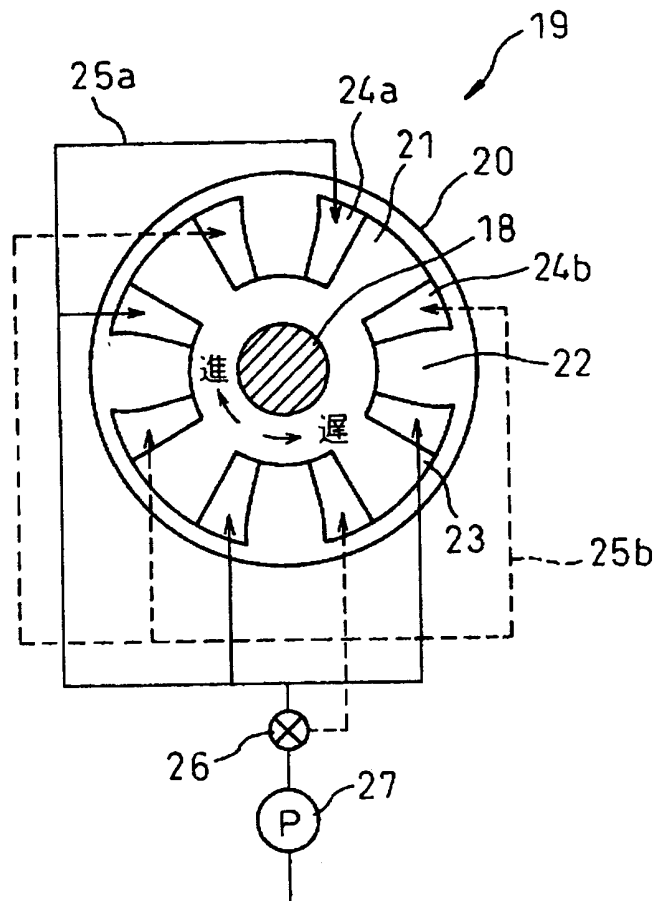
図 8



- 3…カム
- 18…カムシャフト
- 19…リフトタイミング変更機構
- 20…ハウジング

【図9】

図 9

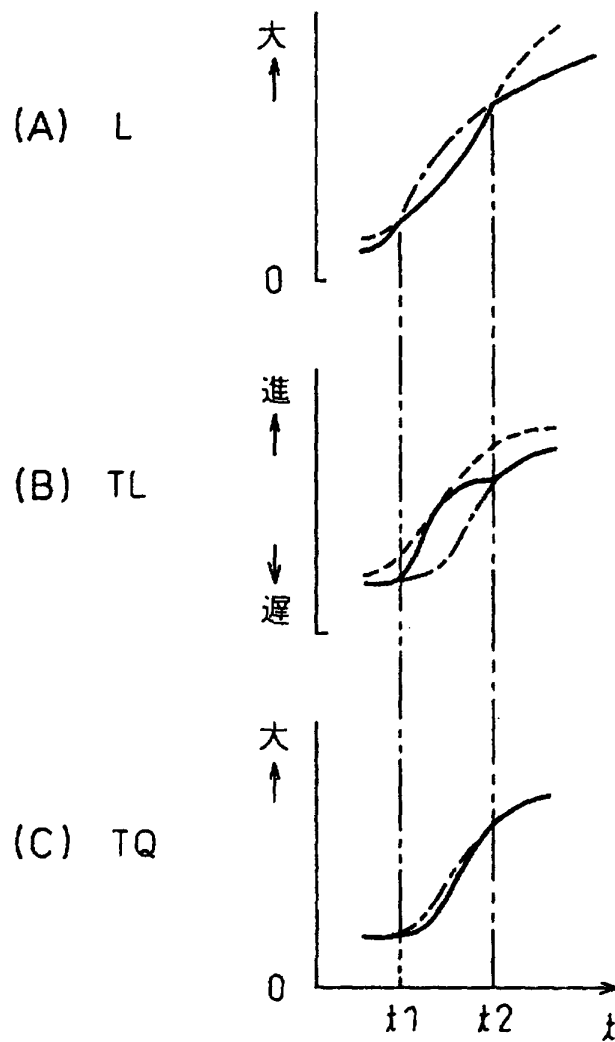


19…リフトタイミング変更機構
20…ハウジング
21…ロータ
24a, 24b…油圧室

25a, 25b…油路
26…カムバルブ
27…油圧ポンプ

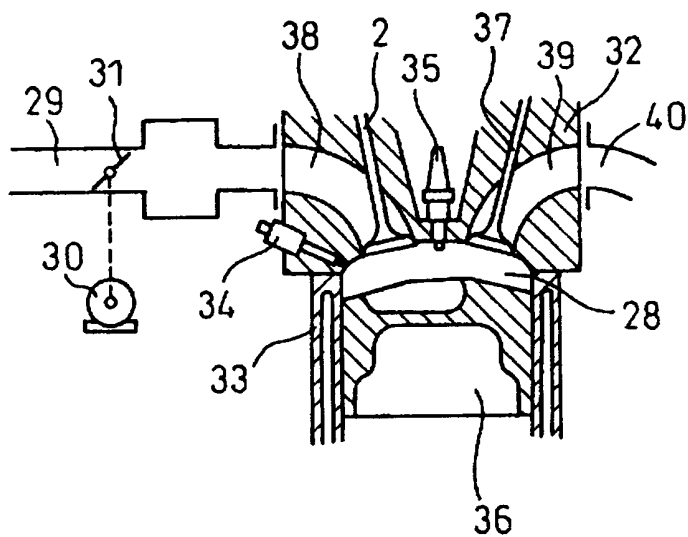
【図 10】

図 10



【図 1 1】

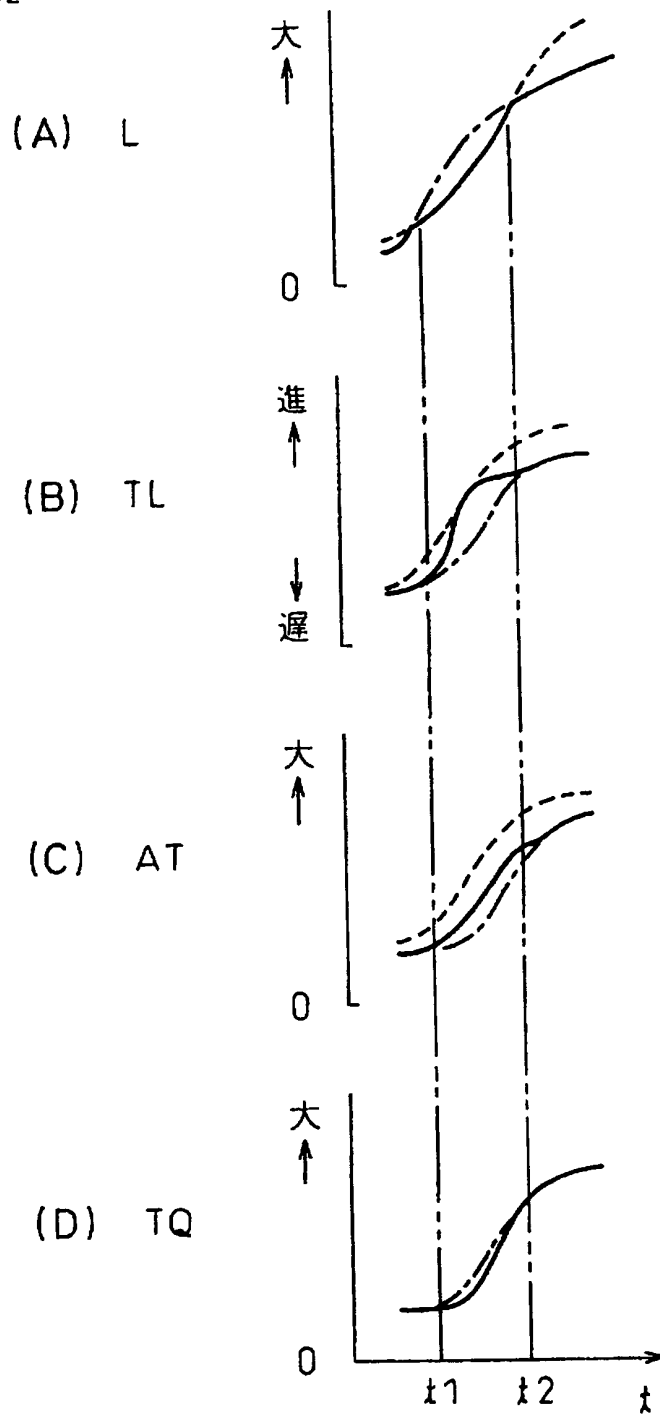
図 11



- | | |
|------------|----------|
| 2…吸気弁 | 34…燃料噴射弁 |
| 28…燃焼室 | 35…点火栓 |
| 29…吸気通路 | 36…ピストン |
| 30…ステップモータ | 37…排気弁 |
| 31…スロットル弁 | |

【図 12】

図 12



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の吸気弁または排気弁のリフト特性を所望通りに変更する。

【解決手段】 内燃機関の吸気弁 2 または排気弁をリフトするための動弁装置 1 であって、吸気弁または排気弁のリフト特性を変更するためのリフト特性変更機構を備えた動弁装置の制御装置において、リフト特性変更機構の動作目標値を算出する手段と、リフト特性変更機構に付与可能な制御量とリフト特性変更機構を取り巻く環境に関するパラメータとに基づいてリフト特性変更機構の実現可能な動作範囲を算出する手段と、上記動作目標値がリフト特性変更機構の実現可能な動作範囲内にないときに該実現可能な動作範囲内において新たな動作目標値を算出する手段とを具備する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社